Està afectant el canvi climàtic a les poblacions d'aus a Menorca?

Òscar GARCIA-FEBRERO, Sergi HERRANDO, Marc ANTON, Oriol BALTÀ, Xavier MÉNDEZ i Lluc JULIÀ

SHNB

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Garcia-Febrero, Ò., Herrando, S., Anton, M., Baltà, O., Méndez, X. i Julià, L. 2018. Està afectant el canvi climàtic a les poblacions d'aus a Menorca?. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears,* 61: 121-139. ISSN 0212-260X. e-ISSN 2444-8192. Palma (Illes Balears).

S'ha analitzat la incidència del canvi climàtic a les poblacions d'aus terrestres a l'illa de Menorca amb dades obtingudes amb metodologies estandarditzades durant el període (2001-2017). No s'observen canvis en la fenologia de cria. Els canvis d'usos del sòl en els darrers 20 anys a l'illa han afavorit l'augment de la complexitat de la cobertura forestal què ha mitigat els possibles efectes del canvi climàtic, permetent un creixement de les poblacions d'aus forestals a Menorca. Les espècies d'aus d'àrees obertes presenten una tendència incerta i unes pitjors previsions a la disminució degut a la intensificació dels processos agrícoles o ramaders.
Paraules clau*: Canvi climàtic; usos del sòl; aus terrestres; Menorca; Illes Balears.*

CLIMATE CHANGE IS AFFECTING IN BIRD POPULATIONS IN MENORCA?. The incidence of climate change in the populations of terrestrial birds on the island of Menorca has been analyzed with data obtained using standardized methodologies during the period (2001-2017). There are no changes in breeding phenology. The changes in land use in the last 20 years on the island have favored the increase in the complexity of forest cover which has mitigated the possible effects of climate change, allowing the growth of forest bird populations in Menorca. Species of birds in open areas present an uncertain tendency and worse forecasts to decrease due to the intensification of agricultural or livestock processes.
Keywords: *Climate change, Land uses, land birds, Menorca. Balearic Islands*.

Òscar GARCIA-FEBRERO, Observatori Socioambiental de Menorca. (Institut Menorquí d'Estudis. Camí des Castell 28. 07702 Maó (Menorca), Sergi HERRANDO, Marc ANTON i Oriol BALTÀ, Institut Català d'Ornitologia. Girona 168, Esc.B, Entresol 5a, 08037 Barcelona; Xavier MÉNDEZ i Lluc JULIÀ Societat Ornitològica de Menorca. Apartat de Correus Nº 83 07720, Es Castell (Menorca).

Recepció del manuscrit: 18-setembre-2018; revisió acceptada: 31-desembre-2018.

Introducció

El canvi global induït per l'activitat humana és un fet tan contrastat que fins i tot alguns autors parlen d'una nova era geològica, l'antropocè (Crutzen i Stoermer 2000). Les seves causes són múltiples i els seus efectes es deixen notar en multitud d'àmbits. Sobre la biodiversitat, l'acció del canvi global es tradueix en una notable pèrdua que s'ha mesurat amb diferents indicadors com el *Living Planet Index* (Loh *et al.,* 2005) que mostra un descens generalitzat de les poblacions de vertebrats al món (Collen *et al*., 2009). Entre les causes de la disminució de les poblacions d'animals s'han citat des de la fragmentació i pèrdua de l'hàbitat o la sobreexplotació

dels recursos naturals fins a les invasions biològiques, passant pel canvi climàtic i els canvis dels usos del sòl (Dirzo *et al.*, 2004).

No obstant això, a escala local, els condicionants ambientals i socioeconòmics fan que la incidència de cada factor causal sigui variable, una variabilitat que s'estén també als diferents elements de la biodiversitat. Així, cada grup biològic respon en major o menor mesura a un o més factors (e.g. Devictor *et al.*, 2012; Roth *et al.*, 2014). Per aquest motiu, qualsevol línia d'actuació en matèria de protecció de la biodiversitat passa per realitzar estudis a escala local i determinar els efectes del canvi global sobre els diferents components de la biodiversitat. D'entre aquests components destaquen les aus, un grup d'organismes òptim per a realitzar seguiments a llarg termini degut a la seva gran popularitat, ocupen pràcticament tots els ambients, majoritàriament són diürns i de fàcil observació i posseeixen una gran mobilitat i adaptabilitat que els permet respondre de manera ràpida als canvis en el medi.

A Menorca hi ha diverses iniciatives de seguiment d'ocells a llarg termini basades en la realització de censos directes mitjançant recomptes estandarditzats (Seguiment d'Ocells Comuns de Menorca (programa SOCME), i altres en l'ús de l'anellament científic d'aus. (xarxa d'estacions d'esforç constant (ICO 2018)), ambdós amb fonaments metodològics homologats internacionalment.

Tots aquests programes han generat un important volum de dades, però pocs han estat els estudis que els han utilitzat per avaluar els canvis que pateix el medi i determinar quins d'ells actuen amb més força que d'altres.

L'objectiu del present estudi és explorar quins són els efectes del canvi global que es deixen veure en les aus nidificants a la reserva de la biosfera de Menorca, amb especial interès en el canvi climàtic.

Metodologia i àrea d'estudi

La metodologia emprada es basa en la confecció d'una bateria d'índexs i indicadors que permet: 1) determinar els canvis que s'han produït en el present segle en l'avifauna nidificant menorquina i 2) determinar quins factors del canvi global poden explicar el grau i el sentit d'aquests canvis.

El seguiment temporal de l'estat de la biodiversitat permet avaluar els efectes dels canvis en el medi natural, tant si aquests són intrínsecs a la dinàmica natural com si són induïts per l'activitat antròpica. Actualment una part destacable del sistema d'avaluació s'ha realitzat mitjançant l'ús d'indicadors multiespecífics que presenten l'avantatge de mostrar de manera sintètica l'estat del medi o l'efecte dels factors de canvi que actuen sobre la biodiversitat. Com ja s'ha expressat en la introducció els ocells són un grup òptim per a l'ús d'aquest tipus d'indicadors i a Menorca els programes SOCME (Seguiment d'Ocells Comuns de Menorca) i d'anellament científic (programa Constant) són iniciatives que porten ja més d'una dècada recollint dades.

En quant a les espècies analitzades, només es troben incloses les espècies més abundants, excloent algunes espècies presents als seguiments però que es troben menys representades, com el cas del busqueret roig *Sylvia undata* o el sibil·lí *Burhinus oedicnemus*.

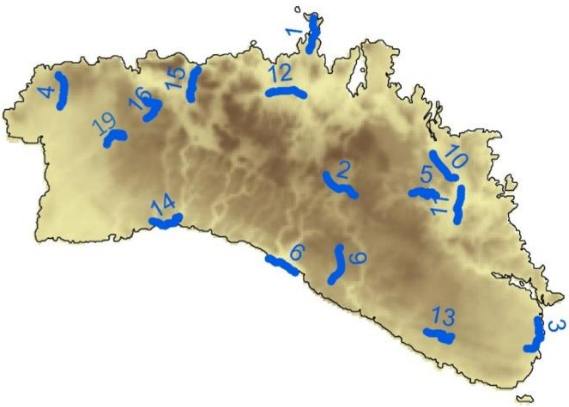
Aquests programes difereixen tant en el sistema de presa de dades, com en les dades que recullen i és per això que fem servir una aproximació diferent per a cada un d'ells:

Fig. 1 i taula 1. Situació de les 4 estacions del programa EEC a Menorca. (Font ICO 2018)
Fig. 1 and table 1*. Situation of the 4 stations of the CES program in Menorca. (Source ICO 2018)*



1.	**Es Prat de s'Albufera**	Situada a les proximitats de s'Albufera des Grau al nord-est de l'illa, es troba en una zona dominada per la màquia de llentiscle i bruc amb canyars i tamarius. Ha estat activa durant 15 anys en els períodes 2001-2007, 2009-2013 i 2015-2017.
2.	**Lloc d'Algendaret**	Situada a l'oest de Maó, es caracteritza per un mosaic agroforestal amb camps de conreu, ambients rupícoles i bosquets d'ullastres. Ha funcionat ininterrom-pudament durant 9 temporades entre 2009 i 2017
3.	**Alforí**	Es troba al nord de l'illa en una devesa d'alzines amb sotabosc de llentiscle, aladern i bruc. Presenta la sèrie més llarga de la xarxa amb un funcionament ininterromput entre 2001 i 2017.
4.	**Binifadet**	Localitzada al sud de Maó, es troba immersa en una zona de cultiu de vinya vorejat d'ullastrar amb sotabosc de llentiscle. Només ha estat activa durant 3 anys entre 2012 i 2014.

Fig. 2. Situació de la xarxa d'itineraris SOCME que s'han realitzat almenys durant dues temporades de cria entre 2003 i 2017. (Font: ICO 2018).
Fig. 2. *Situation of SOCME itineraries that have been carried out for at least two seasons of breeding between 2003 and 2017. (Source: ICO 2018).*



1.	**Cavalleria**.	Situat al terme del mateix nom és un itinerari amb escassa presència del medi agrícola dominat per vegetació natural, bàsicament prats i matoll i, en molta menor mesura, boscos. S'ha realitzat durant 14 de les 15 temporades de cens amb l'única excepció de l'any 2013.
2.	**Camí d'en Kane**.	Situat al centre de l'illa a les proximitats de la Muntanya Toro, aquest itinerari està dominat pel mosaic agroforestal. S'ha realitzat durant 14 de les 15 temporades de cens amb l'única excepció de l'any 2015.
3.	**Cala Sant Esteve**.	Itinerari litoral situat al sud-est de l'illa amb un important component de mitjans oberts litorals (penyals, dunes, prats i matolls) i de manera més escassa alguns retalls de mosaic agroforestal. S'ha realitzat el 2005 i en els períodes 2007-2009, 2011-2012 i 2015-2017.
4.	**Punta Nati**.	Es localitza en el quadrant nord-oest i recorre una zona dominada pel cultiu de secà i la vegetació herbàcia oberta. S'ha realitzat en els períodes 2003-2004, 2008, 2010-2012 i 2015-2017.
5.	**Na Vermella**	Itinerari situat al nord-est amb un ampli domini de l'espai agroforestal. Es va realitzar ininterrompudament entre 2006 i 2011.
6.	**Son Bou**.	Es localitza en el centre de l'illa en el seu vessant meridional i està dominat per pinedes i zones urbanitzades. S'ha realitzat en els períodes 2008-2011 i 2015-2016.
9.	**Torre d'en Galmés**.	Situat a la zona centre al sud, es tracta d'un itinerari bàsicament agrícola. S'ha realitzat en el període 2007-2016 amb l'única excepció de l'any 2014.
10.	**Camí d'Addaia**.	Situat al sud-est de la població homònima, recorre un mosaic agroforestal amb escassa presència de vegetació natural de baix port. S'ha realitzat en els períodes 2008-2012 i 2015-2017.
11**.**	**Sa Boval**.	Proper a l'anterior però més a l'est, es tracta d'un itinerari eminentment agrícola. S'ha realitzat en els períodes 2009-2012 i 2015-2017.
12.	**Camí de Tramuntana**.	Es troba al centre de l'illa a la meitat nord i discorre per un paisatge agrícola, sent l'itinerari del SOCME en què més pes té aquest element del paisatge. S'ha realitzat en 2007 i en els períodes 2010-2012 i 2015-2017.
13.	**Aeroport**.	Itinerari proper a l'aeroport dominat per la vegetació natural en els seus extrems, els prats i els boscos. S'ha realitzat el 2005, el 2011 i en els períodes 2015-2017.
14.	**Cala Galdana**.	Situat al sud de l'illa, transcorre per la zona litoral en un ambient dominat per la pineda, excepte en les seccions situades a la urbanització que li dóna nom. S'ha realitzat en els períodes 2008-2012 i 2015-2016.
15**.**	**El Pilar**.	Itinerari que parteix en perpendicular del golf homònim i que presenta una alta cobertura forestal amb retalls de matollar i zones agrícoles. S'ha realitzat en els períodes 2008-2009, 2011-2012 i 2015-2017.
16.	**Son Planes**.	Situat al sector nord-oest, és l'itinerari més forestal de la xarxa. S'ha realitzat el 2008 i el 2011.
19.	**Es Tudons**.	Es troba a l'est de l'illa a prop de la naveta homònima i discorre en un mosaic agroforestal en què conreus i boscos s'alternen a parts gairebé iguals. S'ha realitzat en el període 2016-2017.
		Així mateix, es compta amb dades d'altres dos itineraris què no han estat digitalitzat i que, no s'han pogut caracteritzar ecològicament. Es tracta dels itineraris **Puntarró** i **Binigaus**. Tots dos entre 2015 i 2017.

Taula 2. Itineraris i descripció dels seus hàbitats.
Table 2. *Itineraries and description of their habitats.*

La metodologia que s'ha fet servir s'utilitza índexs i indicadors àmpliament testats a escala internacional i que gaudeixen de cert prestigi entre la comunitat científica. Tot i això no hi ha una definició clara per als termes índex i indicador i sovint, es confonen l'un amb l'altre en les diferents referències bibliogràfiques (vegeu una reflexió en el primer capítol de Spellerberg 2005). Per això i, per evitar dubtes, en el present estudi s’ha utilitzat el terme índex quan es va

quantificar alguna característica d'una sola espècie. Així, hem utilitzat la data de captura dels juvenils en els programes d'anellament com un índex relatiu a la fenologia de cria d'una espècie, però també hem calculat un índex tèrmic d'una espècie en calcular la temperatura mitjana de les zones en què cria o hem establert un índex de població de canvi quan hem comparat els individus detectats o capturats en un any en relació als anys precedents. En canvi, quan ens referim a indicadors, parlem sempre d'una variable que agrupa índexs de diverses espècies i per això fem servir l'epítet multiespecífic. L'ús d'aquests indicadors multiespecífics són de molta utilitat ja que concentren en un sol valor fàcil d'interpretar, processos complexos que afecten el conjunt de la biodiversitat (Gregory i van Strien, 2010) i permeten avaluar tant l'estat del medi (Gregory *et al.*, 2005; Collen *et al.*, 2009), com l'efecte de factors de canvi determinats (per exemple Gregory *et al.*, 2009; Herrando *et al.*, 2014).

En resum, en el present estudi s'han generat els següents índexs i indicadors:

- uns índexs de captura d'adults i joves en el programa CES per determinar els canvis demogràfics de les espècies amb major taxa de captura,

- un indicador del canvi en la fenologia de cria de les aus per determinar si el canvi climàtic està tenint un efecte en la data d'inici de la temporada de cria de les aus.

- un índex d'abundància anual per determinar els canvis poblacionals de cada espècie al llarg d'un període d'estudi,

- una adaptació de l'indicador Climens sobre els efectes del canvi climàtic en les poblacions d'ocells comuns reproductores,

- un indicador de repoblament que permet determinar si l'abandonament de l'activitat agropecuària i de la gestió forestal que condueix a una maduració de la vegetació incideix en les poblacions d'aus nidificants.

Índexs demogràfics

L'estandardització del programa Constant permet analitzar canvis interanuals en la quantitat d'aus capturades d'una mateixa espècie. Així mateix, la determinació de l'edat dels individus permet calcular percentatges d'exemplars joves que es pot fer servir com un índex de productivitat, la variació interanual es pot associar a l'èxit reproductor d'una espècie. A més, i atès que els individus adults tant de les espècies migrants com de les sedentàries mantenen una marcada fidelitat a les seves àrees de cria, la proporció d'aus que es capturen un any rere l'altre proporciona una aproximació a la supervivència en edat adulta.

Aquests paràmetres són molt interessants ja que posen l'accent no només en els canvis ambientals, sinó en els processos subjacents que expliquen aquests canvis i, per això, ofereixen la possibilitat de detectar amb més precisió i sensibilitat els efectes del canvi ambiental (Baillie 2001, Temple & Wiens 1989). Com a exemple, a la Gran Bretanya s'ha observat que la supervivència adulta i / o juvenil és el factor determinant per explicar les tendències poblacionals negatives de diverses espècies de passeriformes (Peach *et al.*, 1991, 1995, 1999).

Els mètodes de càlcul utilitzats per a la productivitat i la supervivència són processos complexos que incorporen aproximacions a l'èxit de cria i la mortalitat. En el nostre cas, ens hem basat en els treballs de Robinson *et al.* (2007) per a la productivitat i de Pradel *et al.* (1997) per a la mortalitat. També s'ha calculat la tendència de captura d'individus adults i juvenils amb el programa TRIM (Pannekoek i van Strien, 2005).

(https://www.cbs.nl/en-gb/society/nature-and-environment/indices-and-trends--trim-) seguint el mateix protocol que es detalla per al SOCME (veure Càlcul de tendències poblacionals).

Indicador de fenologia de cria

Les dades recollides a les estacions del programa Constant, en concret la data de captura i l'edat de l'individu, permeten el càlcul d'un indicador de fenologia de cria. Aquest indicador s'ha utilitzat per avaluar si el canvi climàtic té incidència durant la temporada de cria de les aus a l'illa en el període 2001-2017.

Concretament s'ha utilitzat com a índex de fenologia de cria, la data mitjana de les captures totals de juvenils de cada any, un paràmetre que, com s'ha vist anteriorment, és el que millor es correlaciona amb la data d'aparició dels polls en el niu (vegeu 2.1. l'indicador de canvi de la fenologia de reproducció). Per a cada espècie s'ha calculat aquesta mitjana en cadascun dels anys de la sèrie 2001-2017 i s'ha convertit en un índex amb base 100 per al primer any d'estudi 2001. Un cop obtinguts els valors de l'índex de cada espècie i any , l'indicador final s'ha calculat fent la mitjana geomètrica dels índexs de cadascuna de les espècies analitzades, ja que la mitjana geomètrica compleix els millors requisits matemàtics en indicadors multiespecífics que agrupen tendències temporals (Van Strien *et al.*, 2012). Finalment, s'han calculat els intervals de confiança al 95% mitjançant bootstrapping dels índexs anuals (Sokal i Rohlf, 1995).

Càlcul de tendències poblacionals.

La principal informació que proporcionen els programes de seguiment d'ocells comuns és la tendència poblacional de les espècies monitoritzades. Seguint les recomanacions de l'European Bird Census Council (EBBC, més detalls en http://www.ebcc.info/), s'ha calculat la tendència de les aus comunes en el SOCME mitjançant l'ús del programa TRIM. En detall TRIM genera: 1) un índex de població anual en relació a un valor de referència, prefixat normalment a l'inici de la sèrie estudiada, 2) una anàlisi quantitativa de la tendència global de tota la sèrie estudiada expressada com un percentatge mitjà de canvi anual i 3) una categoria de canvi segons una classificació estàndard d'ampli ús en els programes de seguiment a Europa (vegeu els valors a la Taula 3).

•**Augment fort**: Increment significatiu major al 5% anual (5% significaria que la població es dobla en 15 anys).
•**Augment moderat**: Increment significatiu menor al 5% anual.
•**Estable**: No es detecten increments ni descensos significatius, però és cert que la tendència és menor al 5% anual.
•**Incerta**: No es detecten increments ni descensos significatius, però NO és cert que la tendència és menor al 5% anual.
•**Disminució moderada**: Decrement significatiu menor del 5% anual.
•**Disminució forta**: Decrement significatiu major del 5% anual (5% significaria que la població es redueix a la meitat en 15 anys).

Taula 3. Criteris i classificació de tendències poblacionals. És important remarcar que el valor del 5% no fa referència al valor mitjà de l'estima del canvi anual (tendència mitjana anual), sinó al valor inferior del seu interval de confiança en el cas d'augments, i al superior en el cas de disminucions. Nivell de significació de $p < 0{,}05$.

Table 3. *Criteria and classification of population trends. It is important to note that the value of 5% does not refer to the average value of the estimate of the annual change (annual average trend), but to the lower value of its confidence interval in the case of increases, and to the higher in the case of decreases. Significance level of* $p < 0.05$.

TRIM ofereix a més una sèrie de característiques que cal considerar. TRIM està plenament adaptat al càlcul de tendències en sèries incompletes de dades. Així, el programa estima els valors de població en aquelles localitats i anys en què no s'ha pogut realitzar el mostreig de camp en funció de les dades obtingudes en els altres punts de mostreig durant aquest any i les dades del propi punt en els anys anteriors i posteriors al cens inexistent.

D'altra banda, TRIM permet ajustar el model usat a les particularitats de cada matriu de dades. En el nostre cas, hem considerat que els resultats obtinguts en els censos del SOCME són una mostra del total de la població i no censos absoluts. En conseqüència, s'ha utilitzat l'opció de controlar el que estadísticament es coneix com "*overdispersion*" i que és una estimació de l'ajust de les dades analitzades a la distribució estadística esperada (una distribució de Poisson en el cas de TRIM).

Finalment i, tot i que TRIM permet aquesta opció, no s'ha considerat necessari sospesar cada itinerari per corregir possibles biaixos geogràfics, ja que hem assumit que la distribució dels itineraris SOCME a l'illa s'ajusta a la variabilitat ambiental que allà es pot trobar.

Indicador dels efectes del canvi climàtic Climens en les aus comunes reproductores

L'indicador del canvi climàtic en les aus comunes reproductores Climens s'ha elaborat seguint la metodologia desenvolupada per Gregory *et al.* (2009). En síntesi aquesta metodologia consisteix a generar un indicador multiespecífic per determinar si les previsions de canvis en la distribució de les espècies a causa del canvi climàtic s'estan complint i estan afectant les tendències poblacionals. En aquest treball, les previsions d'impacte de canvi climàtic es van basar en les projeccions realitzades en l'Atles climàtic de les aus d'Europa (Huntley *et al.*, 2007) i es va utilitzar com a marc de referència geogràfic el conjunt del continent europeu. En el nostre cas, el canvi de distribució climàtica de les espècies s'ha restringit a la Mediterrània occidental. Concretament el guany o la pèrdua de distribució de cada espècie s'ha calculat per a un sector delimitat entre Alacant i Marsella.

Avaluació dels efectes conjunts de les forces de canvi global: Canvi climàtic i canvi en els usos del sòl

Els resultats de l'indicador de canvi climàtic Climens no van aportar els resultats esperats. Aquest fet, però, no implica que el clima no tingui influència sobre els ocells de Menorca.

Resultats

L'anellament científic d'aus reproductores

Tot i les millores analítiques dels darrers anys, la baixa mostra (entre 2 i 5 estacions per any) del CES a Menorca no ha permès elaborar càlculs ni de productivitat ni de supervivència per a cap de les espècies capturades i per tant no es mostren en el present informe. Si que es mostra la tendència de captura d'individus adults i juvenils (Fig. 1), però només ha estat possible determinar-la per a l'espècie més capturada, el busqueret de capnegre *Sylvia melanocephala*.

Les tendències que s'han trobat, especialment la dels adults, són summament consistents amb la tendència que es troba en el SOCME (Fig. 4), si ens atenim a la sèrie conjunta de dades (2003-2017). Aquest fet no es dóna en zones amb major superfície i majors gradients ambi-

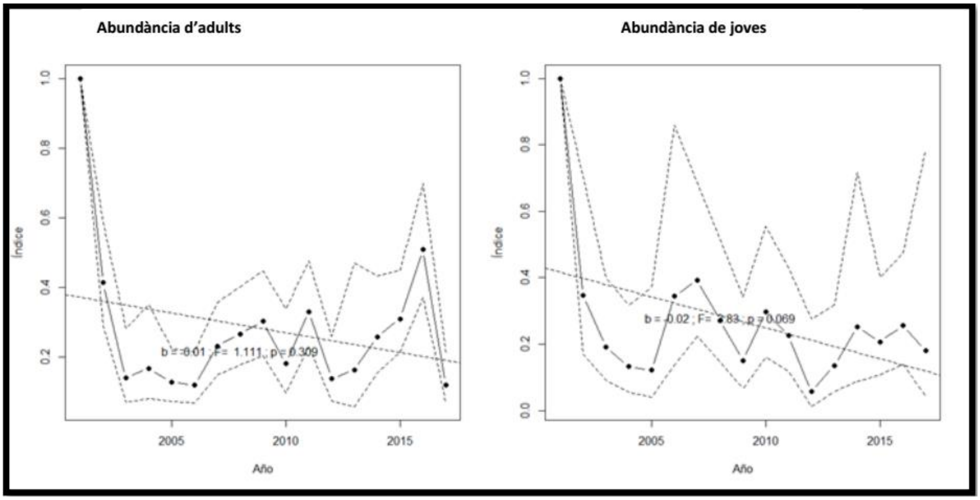


Fig. 3. Tendència de les captures d'adults i juvenils de busqueret de capnegre *Sylvia melanocephala* al programa EEC**.**
Fig. 3. *Trend of catches of adults and youth Sardinian Warbler* Sylvia melanocephala *program CES.*

entals, com a Catalunya, on la baixa cobertura territorial de les estacions d'esforç constant porten associats un biaix geogràfic en les anàlisis que genera incoherències amb els resultats de seguiments de major cobertura territorial. La constatació de les coincidències entre el Constant i el SOCME en un major nombre d'espècies, podria permetre intuir que les dades recollides a les estacions Constant poden ser representatives del que succeeix a escala insular.

Així una ampliació de les estacions del CES (com a mínim 6 estacions actives per a tota l'illa) permetria fer una anàlisi (estadísticament significativa) de la productivitat i de la supervivència

Indicador de fenologia de cria

L'indicador de fenologia de cria s'ha realitzat incorporant dades de les 5 espècies té per a les que es disposa de suficient mostra per a poder calcular la tendència de la data mitjana d'aparició de juvenils (Taula 2). A causa del reduït nombre d'espècies estudiades no s'ha considerat oportú establir diferències entre espècies sedentàries i migrants, ja que l'indicador resultant contindria un nombre massa baix d'espècies.

Nom comú a Menorca	Nom científic	Estatus
Rossinyol	*Luscinia megarhynchos*	Migrant de llarga distància
Tord negre	*Turdus merula*	Sedentària
Rossinyol bord	*Cettia cetti*	Migrant parcial
Busqueret de capnegre	*Sylvia melanocephala*	Sedentària
Busqueret de capell	*Sylvia atricapilla*	Migrant parcial

Taula 4. Espècies incloses en l'indicador de fenologia de cria i el seu estatus migratori
Table 4. *Species included in the indicator of breeding phenology and its migratory status*

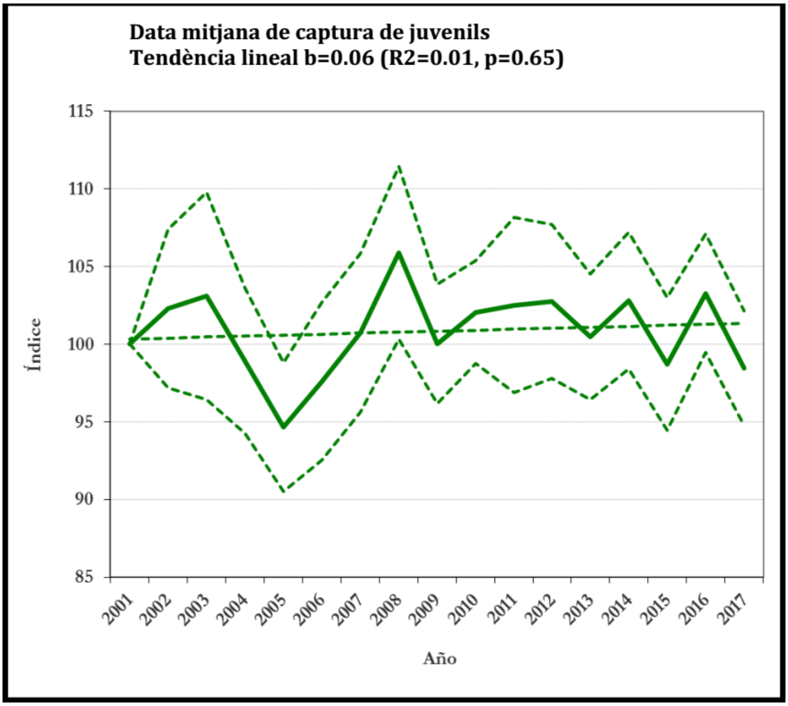


Fig. 4. Evolució temporal de l'indicador de fenologia de cria basat en les dades recopilades al Constant (període 2001-2017).
Fig. 4. *Temporary evolution of the breeding phenology indicator based on the data compiled in Constant (2001-2017 period).*

L'indicador generat (Fig. 2) no mostra una tendència significativa en el període estudiat: 2001-2017.

Les dades analitzades relatives al Seguiment d'Ocells Comuns a Menorca han estat una bateria d'índexs específics i indicadors multiespecífics per avaluar l'impacte del canvi global en les tendències de les aus comunes.

Tendències de les aus comunes reproductores

S'han calculat les tendències poblacionals de 32 espècies (Taula 5), d'entre les quals 14 han presentat augments poblacionals, un ha patit un descens i les 17 restants presenten una tendència incerta.

D'entre aquestes tendències caldria destacar algunes pel seu interès com a espècies indicadores, el seu particular abundància o el seu interès de conservació. En primer lloc destaquem les tendències de les dues espècies més abundants al SOCME: el teuladí o pardal *Passer domesticus* per al qual s'han comptabilitzat 12.749 individus entre 2001 i 2017 i el busqueret de capnegre per a la qual s'han comptabilitzat un total 9.850 exemplars.

En el cas del pardal (Fig. 5) sorprèn que amb semblant mostra, la tendència es mantingui incerta, però no cal oblidar que es tracta d'una espècie colonial i que, sovint, la seva detecció depèn de trobar el grup o no. Això comporta que els intervals

Espècie	Tendència 2003-2017	Canvi anual (ca)	IC 95% del ca
Falco tinnunculus	Incerta		
Alectoris rufa	Incerta		
Coturnix coturnix	Incerta		
Larus michahellis	Descens moderat	-3,8 %	± 2,8
Columba livia	Incerta		
Columba palumbus	Augment moderat	7,5 %	± 6,1
Streptopelia turtur	Incerta		
Apus apus	Augment moderat	8,3 %	± 5,5
Merops apiaster	Incerta		
Upupa epops	Incerta		
Galerida theklae	Incerta		
Hirundo rustica	Incerta		
Anthus campestris	Augment moderat	4 %	± 3,5
Luscinia megarhynchos	Augment moderat	8,7 %	± 3,8
Saxicola rubicola	Incerta		
Monticola solitarius	Incerta		
Turdus merula	Augment moderat	6 %	± 4,1
Cettia cetti	Incerta		
Cisticola juncidis	Incerta		
Sylvia melanocephala	Augment moderat	4,7 %	± 3,6
Sylvia atricapilla	Augment moderat	13 %	± 10,1
Regulus ignicapillus	Augment moderat	20 %	± 16,1
Muscicapa tyrrhenica	Incerta		
Parus major	Augment moderat	7,8 %	± 6,1
Lanius senator	Augment moderat	6,4 %	± 4,8
Corvus corax	Incerta		
Passer domesticus	Incerta		
Fringilla coelebs	Augment moderat	9,9 %	± 5,8
Chloris chloris	Augment moderat	6,3 %	± 4,7
Carduelis carduelis	Augment moderat	5,6 %	± 4,4
Linaria cannabina	Incerta		
Emberiza calandra	Augment moderat	5 %	± 4,3

Taula 5. Tendències de les aus comunes reproductores de Menorca en el període 2003-2017 elaborades amb les dades del SOCME. Per a cada espècie es detalla la tendència segons l'estàndard de la EBBC (Taula 3), el percentatge mitjà de canvi anual quan és estadísticament significatiu i el seu interval de confiança al 95% del percentatge mitjà de canvi anual. Totes les dades han estat calculats mitjançant el programa TRIM. Es mostren en verd les espècies amb tendència positiva i en vermell l'única espècie amb tendència negativa.

***Table 5**. Trends of common breeding birds of Menorca in the period 2003-2017 prepared with the data of SOCME. For each species, the trend according to the EBBC standard (Table 3) is detailed, the average annual change percentage when statistically significant, and its confidence interval at 95% of the average annual change percentage. All the data have been calculated using the TRIM program. The species with positive tendency and in red are the only species with negative tendency.*

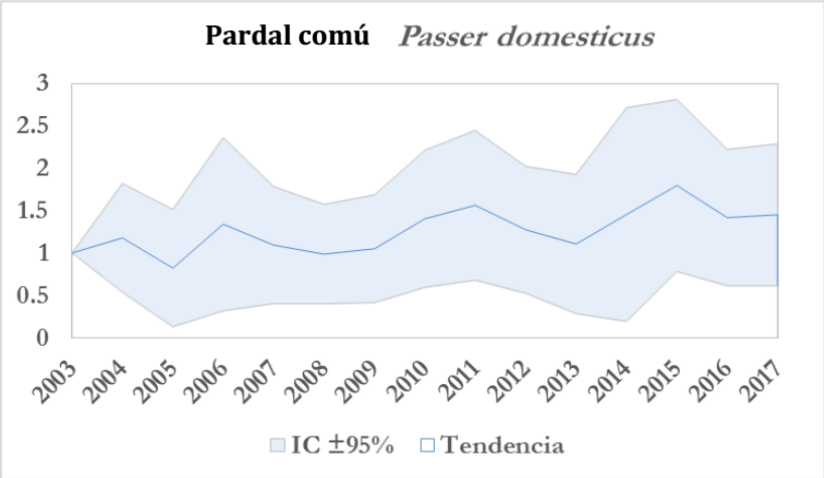


Fig. 5. Tendència poblacional amb l'interval de confiança al 95% del teuladí a Menorca segons les dades del SOCME en el període 2003-2017.

Fig. 5. *Trend population with 95% confidence interval of sparrow in Menorca SOCME according to data from the period 2003-2017.*

de confiança en els quals es mou la tendència siguin molt alts. Tot i així, la tendència trobada apunta a una certa estabilitat o un lleuger increment a diferència del que passa amb les poblacions continentals de l'espècie que es troben en declivi, tant a Catalunya (ICO 2018), com a tot Espanya (SEO / BirdLife 2018). Els models climàtics (Taula 6) preveuen una disminució a llarg termini d'aquesta espècie en el futur, una situació que, de moment, no es dóna a Menorca.

El busqueret de capnegre, en canvi, mostra una clara tendència a l'alça (Fig. 6), de manera consistent amb les dades obtingudes a Catalunya (ICO 2018) i a Espanya (SEO / BirdLife 2018), un fet que probablement es degui al fet que es tracta d'una espècie afavorida tant pel canvi climàtic (Taula 5) com per el repoblament (Taula 6), dos agents molt actius a la mediterrània occidental.

En l'àmbit de les espècies forestals destaquen les tendències d'espècies en clar ascens com, per exemple, el busqueret de casquet *Sylvia atricapilla* (Fig. 7) o el pinsà comú *Fingilla coelebs*. Les dues espècies podrien en un futur estar potencialment amenaçades pel canvi climàtic (Taula 4), però en l'actualitat, segurament, es veuen afavorides pel creixement i maduració de la vegetació forestal (Taula 5) associat a l'abandonament rural, de manera que aquest efecte contraresta l'amenaça del factor climàtic. Aquestes tendències a l'alça també es detecten en el continent, tant a escala local a Catalunya (ICO 2018) com en el conjunt d'Espanya (SEO / BirdLife 2018) i, en ambdós casos, els comentaris sobre la influència del medi són pertinents.

El revers de la moneda a aquests dos últims casos, es troba en analitzar la tendència de la bitxac comú *Saxicola rubicola* (Fig. 8) que, tot i no ser significativa, raó que implica que es consideri incerta, sí que mostra un caràcter descendent que amb una sèrie més llarga

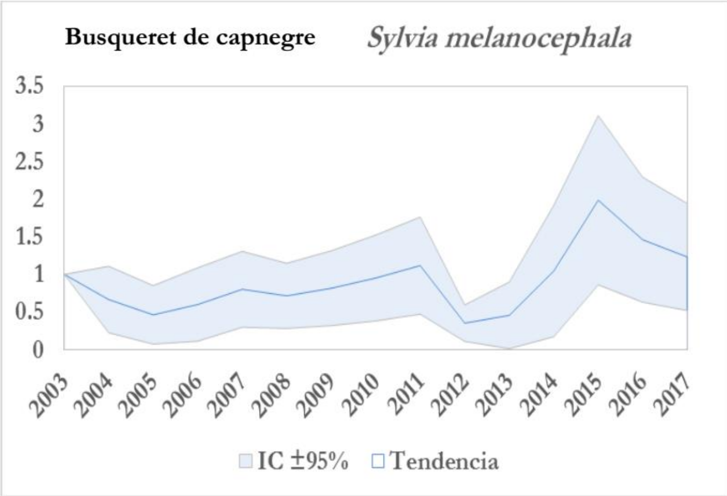


Fig. 6. Tendència poblacional amb l'interval de confiança al 95% del busqueret de capnegre a Menorca segons les dades del SOCME en el període 2003-2017.
Fig. 6. *Population trends with 95% confidence interval of the Sardinian Warbler Menorca SOCME according to data from the period 2003-2017.*

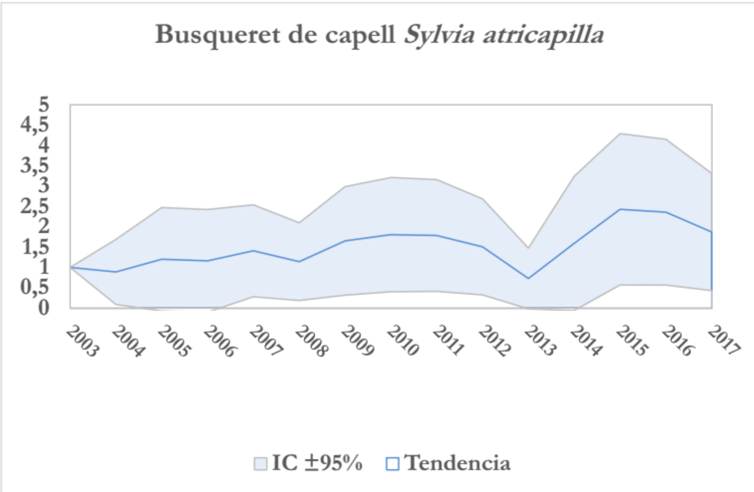


Fig. 7. Tendència poblacional amb l'interval de confiança al 95% del busqueret de capell a Menorca segons les dades del SOCME en el període 2003-2017.
Fig. 7. *Population trends with 95% confidence interval of the Blackcap in Menorca SOCME according to data from the period 2003-2017.*

possiblement resulti significatiu. En aquest cas es tracta d'una espècie que potencialment es veuria afavorida pel canvi climàtic, però que es veu amenaçada per la pèrdua de l'activitat agropecuària que comporta la implantació del matoll tancat

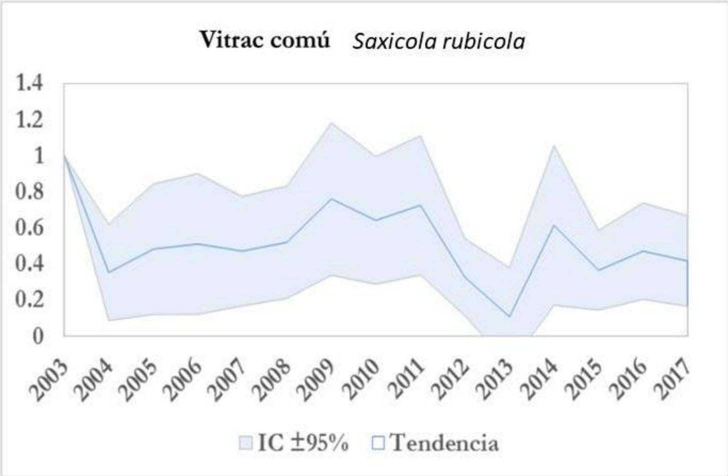


Fig. 8. Tendència poblacional amb l'interval de confiança al 95% del Vitrac comú a Menorca segons les dades del SOCME en el període 2003-2017.
Fig. 8. *Population trend with the 95% confidence interval of the common Stonechat in Menorca according to the data of SOCME in the period 2003-2017.*

en pastures i conreus abandonats. Al continent, aquesta espècie mostra descensos moderats i significatius tant a Catalunya (ICO 2018) com a Espanya (SEO / BirdLife 2018).

La concatenació d'efectes que afecten negativament el vitrac, en canvi, no s'aprecien en espècies d'ecologia similar com el cruixidell *Emberiza calandra* que presenta una tendència a l'alça clara.

Indicador dels efectes del canvi climàtic Climens en les aus reproductores.

L'adaptació de l'indicador dels efectes del canvi climàtic en les aus comunes reproductores Climens per Menorca s'ha construït amb les tendències de 31 espècies, de les quals 9 es consideren que es veuran afavorides pel canvi climàtic (Taula 6, espècies amb Climens positiu), mentre que les 22 restants es considera que es veuran perjudicades per l'escalfament global (Taula 6, espècies amb Climens negatiu). En aquesta anàlisi s'ha rebutjat la tendència de la gavina camagroga *Larus michahellis* ja que el mètode de comptatge mitjançant transecte no és el més adequat per al seguiment de l'espècie.

En conjunt, les tendències de les espècies que, hipotèticament, haurien de ser perjudicades pel canvi climàtic han vist incrementades de manera clara les seves poblacions en el període 2003-2017 (línia blava de la Fig. 9), mentre que les espècies que se suposa que seran afavorides pel canvi climàtic han mantingut les seves poblacions més o menys estables (línia vermella de la Fig. 9). La conjunció d'aquests dos fenòmens ha implicat que en el període 2003-2017, el conjunt de les tendències de les aus reproductores mostrat en l'indicador dels efectes del canvi climàtic (línia negra de la Fig. 9) hagi anat en la direcció contrària a l'esperada segons la hipòtesi que les tendències poblacionals s'ajusten als models de distribució futura

Espècie	CLIMens
Sylvia melanocephala	0.322683202
Monticola solitarius	0.302125317
Cisticola juncidis	0.07371835
Cettia cetti	0.064604171
Lanius senator	0.054838761
Upupa epops	0.020131334
Coturnix coturnix	0.008794828
Emberiza calandra	0.008794828
Saxicola rubicola	0.00361269
Luscinia megarhynchos	-0.010593073
Falco tinnunculus	-0.016351841
Chloris chloris	-0.028497038
Carduelis carduelis	-0.037508642
Merops apiaster	-0.06977199
Streptopelia turtur	-0.072028365
Parus major	-0.088098478
Galerida theklae	-0.144710316
Sylvia atricapilla	-0.20947485
Anthus campestris	-0.222710018
Hirundo rustica	-0.229947716
Apus apus	-0.238983928
Turdus merula	-0.248209033
Corvus corax	-0.254377974
Fringilla coelebs	-0.258089995
Alectoris rufa	-0.326098282
Linaria cannabina	-0.380108705
Columba livia	-0.389546185
Passer domesticus	-0.500070453
Columba palumbus	-0.532386745
Muscicapa tyrrhenica	-0.864576393
Regulus ignicapilla	-1.024785284

Taula 6. Relació d'espècies, la tendència poblacional derivada del SOCME s'ha utilitzat per al càlcul de l'indicador dels efectes del canvi climàtic en les aus comunes reproductores a Menorca amb el valor assignat en el gradient de canvi (Climens). Aquest valor és positiu en les espècies que es preveu que siguin afavorides pel canvi climàtic i negatiu per a les quals es preveu que es vegin perjudicades pel procés.

Table 6. *The relation of species, the population trend derived from the SOCME has been used to calculate the indicator of the effects of climate change on common breeding birds in Menorca with the value assigned in the change gradient (Climens). This value is positive in species that are expected to be favored by climate change and negative for which it is expected that they will be affected by the process.*

segons el canvi climàtic. En altres termes, els resultats obtinguts amb aquest indicador Climens (que, recordem, es va desenvolupar inicialment a escala europea i no per a un territori tan petit com Menorca) no suggereixen que els canvis en les abundàncies de les espècies que observem a l'illa es puguin deure al canvi climàtic.

En relació a l'indicador dels efectes del repoblament, la tendència conjunta de les espècies amb alta afinitat forestal han vist incrementades les seves poblacions de manera clara (línia verda de la Fig. 9), mentre que aquelles que es veuen perjudicades per la reforestació s'han mantingut estables (línia vermella de la Fig. 9). D'aquesta conjunció es desprèn que l'indicador de repoblament mostra un clar increment (línia negra de la Fig. 9).

Conclusions

Els resultats d'aquest estudi apunten que les poblacions de les espècies d'ocells comuns nidificants analitzades al present estudi a Menorca gaudeixen d'una bona salut. Aquest extrem es deriva del fet que una bona part d'elles mostren tendències poblacionals clarament positives. Concretament, les dades del seguiment d'ocells comuns (SOCME) llancen que, durant el període 2003-1017, el 43% de les espècies analitzades mostren increments, mentre que només una espècie ha patit un descens en les seves poblacions (Taula 6). Tot i això les aus comunes de Menorca no escapen a les diferents pressions que pateixen diàriament en el seu medi i els augments detectats poden explicar-se com a conseqüència de l'acció de diferents elements de pressió que poden, potencialment, derivar en amenaces, encara que com pot apreciar-se en les anàlisis dels gràfics de tendències amb freqüència, uns

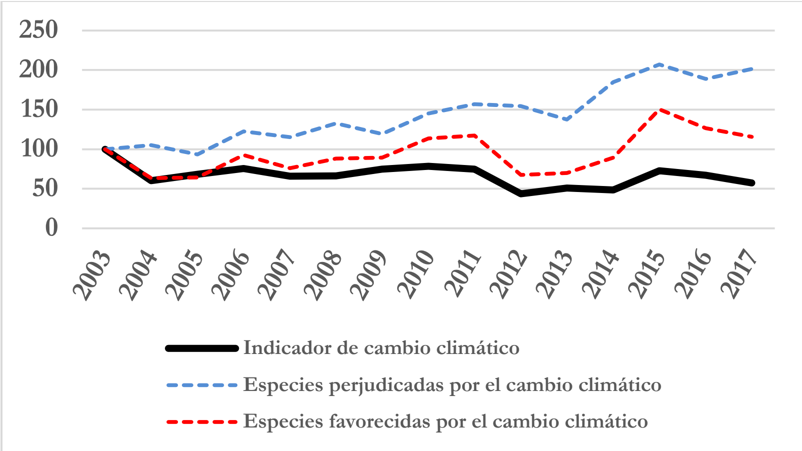


Fig. 9. Canvis en l'indicador de canvi climàtic Climens desenvolupat a partir de les dades del SOCME. Aquest indicador està format per dos subíndexs, el de les espècies afavorides pel canvi climàtic mostra la tendència conjunta de les 9 espècies que s'espera que expandeixin la seva distribució a la Mediterrània Occidental a conseqüència del canvi climàtic, i el de les espècies perjudicades pel canvi climàtic mostra la tendència conjunta de les 22 espècies que s'espera que restringeixin la seva distribució a la Mediterrània Occidental a conseqüència del canvi climàtic. S'ha elaborat seguint la metodologia proposada per Gregory *et al.* (2009) amb les espècies i els índexs detallats a la Taula 6.

Fig. 9. *Changes in the climatic change indicator Climens developed based on data from SOCME. This indicator is made up of two subscripts, that of the species favored by climate change, shows the combined tendency of the 9 species that are expected to expand their distribution in the Western Mediterranean as a result of climate change, and that of the species harmed by Climate change shows the combined tendency of the 22 species that are expected to restrict their distribution to the Western Mediterranean as a result of climate change. It has been elaborated following the methodology proposed by Gregory* et al. *(2009) with the species and indexes detailed in Table 6.*

factors emmascaren l'acció d'altres (vegeu per exemple els comentaris als gràfics de tendències del busqueret de capell, Fig. 7, i del vitrac comú, Fig. 8).

En el capítol d'amenaces, es podria suposar que el canvi climàtic, per la seva àmplia afectació a escala planetària, hauria de ser una d'elles. Tot i això, les evidències que s'han pogut constatar semblen indicar que, pel que fa a les aus comunes nidificants, el canvi climàtic no ha suposat, per ara, el factor principal que expliqui els canvis succeïts en les aus comunes en els últims anys. En aquest sentit tots els índexs i indicadors que hem calculat han contradit les hipòtesis de partida. Així, en relació a la temporada de cria les 5 espècies que es capturen amb més freqüència a les estacions d'anellament d'esforç constant no mostren canvis en la seva fenologia (Fig. 2). Pel que fa a les tendències poblacionals, el canvi climàtic no sembla tenir efecte en els indicadors Climens (Fig. 6), com sí que passa en el conjunt d'Europa (Gregory *et al.*, 2009, Stephens *et al.*, 2016).

En canvi, en relació a l'efecte dels canvis en els usos del sòl, sembla que l'abandonament de l'activitat agropecuària tradicional incideix clarament en la dinàmica poblacional dels ocells comuns nidifi-

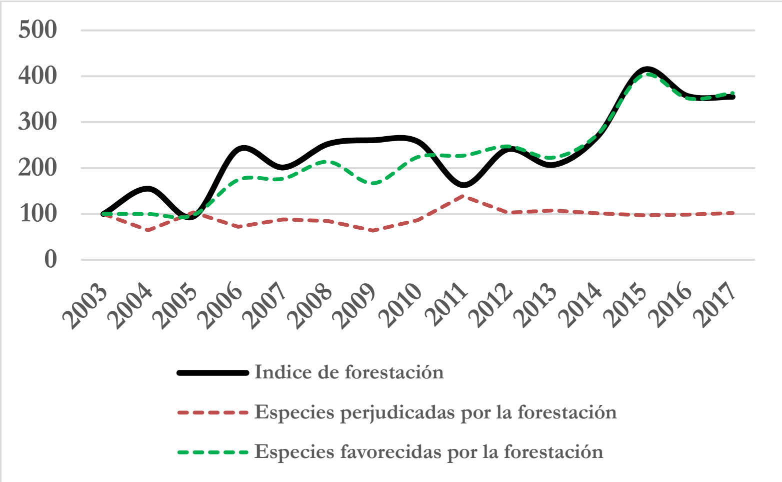


Fig. 10. Canvis en l'indicador de repoblament desenvolupat a partir de les dades del SOCME. Aquest indicador està format per dos subíndexs, el de les espècies afavorides per la reforestació, que mostra la tendència conjunta de les 13 espècies que mostren preferència per espais forestals i el de les espècies perjudicades per la reforestació, que mostra la tendència conjunta de les 11 espècies que mostren preferència per espais oberts, prats i matolls de fins a 1,5 m d'alçada. S'ha elaborat seguint la metodologia proposada per Herrando *et al.* (2014).

Fig. 10. *Changes in the repopulation indicator developed from the data of SOCME. This indicator is made up of two subscripts, the one of the species favored by the reforestation, which shows the joint tendency of the 13 species that show preference for forest areas and that of the damaged species for reforestation, which shows the joint tendency of 11 Species that show preference for open spaces, meadows and scrubs up to 1.5 m in height. It has been elaborated following the methodology proposed by Herrando* et al. *(2014).*

cants. Menorca, en els últims anys, ha patit un abandonament de les activitats tradicionals degut tant a l'abandonament del cultiu extensiu de secà com a la reducció i estabulació de la cabanya ramadera (Torrents, 2014). Aquests dos processos han significat un fort creixement de la vegetació allà on hi havia conreus i pastures, alhora que es produïa una maduració de les masses forestals, acompanyada d'una densificació del sotabosc, davant la falta de esporgada dels grans herbívors al bosc (Torrents, 2014). Les conseqüències d'aquest procés queden clarament reflectides en les tendències de les aus i les podem mostrar de manera senzilla en un indicador de repoblament (Fig. 10).

Vol dir això que el clima a Menorca no té, ni tindrà cap influència en les aus comunes nidificants? L'anàlisi detallada de les dades no sembla indicar aquest extrem.. A més aquest factor mostra un efecte sinèrgic amb l'índex de repoblament de les espècies, de manera que els increments poblacionals són majors en les espècies que requereixen alhora àmplies cobertures forestals mentre que les espècies pròpies d'hàbitats oberts i àrids tendeixen a disminuir (Fig. 9).

Cal destacar que com en tota zona insular, les poblacions d'aus de Menorca estan formades per espècies d'àmplia

distribució que poden suportar uns rangs ecològics (climàtics o d'hàbitat) molt més amplis que els que es donen a l'illa. Menorca ofereix un espai amb poca variabilitat climàtica causa de la seva reduïda dimensió i de la falta de relleus abruptes que afavoreixin microclimes molt marcats. Davant d'aquesta homogeneïtat ambiental l'escalfament global mostrarà un impacte major i més generalitzat en superar llindars concrets. Nombrosos estudis d'àmbit local, descriuen respostes catastròfiques dels animals homeoterms en forma de mortalitat per hipertèrmia (Welbergen *et al.*, 2007), per falta de preses a causa de desajustos entre la fenologia i els pics d'aparició de preses (Thomas *et al.*, 2001) o per patir episodis climàtics extrems (Pearce-Higgins i Green, 2014). Cal suposar, per tant, que en un escenari de canvi intens i ràpid com el que s'està donant amb el clima, es pugui superar algun d'aquests llindars en algun moment i es doni algun descens brusc en una població aparentment saludable. En aquest sentit, els resultats del nostre treball suggereixen que el manteniment dels retalls grans de boscos i matolls en els ambients més ombrívols de l'illa pot ser una iniciativa de conservació interessant per a moltes espècies en el context de canvi climàtic.

Finalment, hem de remarcar el paper fonamental de les iniciatives encaminades a aprofundir en el coneixement de les tendències d'aus de l'illa, mantingudes gràcies a l'esforç i motivació personal dels col·laboradors de la Societat Ornitològica de Menorca, sense els quals tot aquest coneixement no seria possible. Així doncs, enfortir i continuar amb l'esforç de seguiment ens sembla indispensable. Cal destacar que la utilitat dels programes de seguiment d'ocells com els que s'han utilitzat en aquest treball ve avalada per entitats d'àmbit europea com l'European Union for Bird Ringing (EURING), que promou l'ús de l'anellament en la investigació científica i la gestió del medi ambient o l'European Bird Census Council (EBCC) que sota el lema every bird counts (cada ocell compte) proveeix a la Unió Europea d'indicadors d'estat dels ambients naturals i agrícoles que es basen en les dades dels censos d'aus promoguts per les entitats membre d'aquesta institució.

Agraïments

El present article es troba emmarcat dins el projecte BIOCLIMA Menorca 2017 (PRCV00481)., executat per l'OBSAM de l'IME i ha comptat amb el suport econòmic de la Fundació Biodiversitat del Ministeri d'Agricultura i Pesca, Alimentació i Medi Ambient, dins les ajudes a projectes en matèria d'adaptació al canvi climàtic 2016.

Les dades presentades dels ocells reproductors a Menorca en aquest informe han estat obtingut gràcies a la feina de moltíssimes de persones, coordinades davall del paraigües de la Societat Ornitològica de Menorca (SOM), el GOB Menorca, l'OBSAM, el Parc Natural de s'Albufera des Grau i l'Agència de la Reserva de la Biosfera de Menorca.

Bibliografia

Anton, M., Garcia, D., Gargallo, G. Baltà, O. i Herrando, S. 2016. *Coordinació del projecte de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC) i elaboració d'indicadors ambientals basats en el seguiment d'ocells. Informe 2016.* ICO. Barcelona. Informe inédito

Baillie, S.R. 2001. The contribution of ringing to the conservation and management of bird populations: a review. *Ardea*, 89: 167-184.

Burnham K.P. i Anderson D.R. 2002 *Model selection and multiple inference: a practical information-theoretic approach.* Springer-Verlag, New York.

Clavero M., Villero D. & Brotons L. 2011. Climate Change or Land Use Dynamics: Do We Know What Climate Change Indicators Indicate? *PLoS ONE* 6(4): e18581.

Collen, B., Loh, J., Whitmee, S., Mcrae, L., Amin, R., Baillie, J. E. M. 2009. *Monitoring Change in Vertebrate Abundance: the Living Planet Index.* Conservation Biology, 23 (2): 317-327.

Crutzen, P.J. i Stoermer, E.F. 2000. The 'Anthropocene'. *IGBP Newsletter* 41: 17-18

Devictor, V., Julliard, R., Couvet, D. & Jiguet, F. 2008. Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proc. R. Soc. B* 275: 2743-2748; DOI: 10.1098/rspb.2008.0878.

Devictor, V., van Swaay, C., Brereton, T., Brotons, Ll., Chamberlain, D., Heliölä, D., Herrando, S. Julliard, R., Kuussaari, M., Lindström, A., Reif, J., Roy, D.B., Schweiger, O., Settele, J., Stefanescu, C., Van Strien, A., Van Turnhout, C., Vermouzek, Z., DeVries, M.V., Wynhoff. I. & Jiguet, F. 2012. Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change* 2: 121-124. doi:10.1038/nclimate1347

Dirzo, R., Young, H.S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N.J.B. i Collen, B. 2004. Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345 (6195): 401-406. DOI: 10.1126/science.1251817.

Dunn, P.O. & Winkler, D. 2010. *Effects of climate change on timing of breeding and reproductive success in birds* in Møller, A.P., Fiedler, W. & Berthold, P. 2010. *Effects of climate change on birds*. Oxford University Press.

Equipa Atlas. 2008 *Atlas das Aves Nidificantes em Portugal (1999-2005)*. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Parque Natural da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. Assírio & Alvim, Lisboa.

Fick, S.E, Hijmans, R.J. 2017 Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 37: 4302-4315.

García-Febrero, O. 2016. *Estacions D'esforç Constant. Seguiment a llarg termini de les tendències poblacionals i els paràmetres demogràfics de les poblacions d'ocells terrestres nidificants a Menorca (ILLES BALEARS).* Informe inèdit. Consell Insular de Menorca, Agència Reserva de Biosfera i Societat Ornitològica de Menorca.

Gregory, R.D., van Strien, A., Vorisek, P., Gmelig Meyling, A.W.; Noble, D.G., Foppen, R. P.B., Gibbons, D.W. 2005. Developing indicators for European birds. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360: 269-288.

Gregory, R.D., Willis, S.G., Jiguet, F., Vorisek, P., Klvanova, A., Van Strien, A., Huntley, B., Collingham, Y.C., Couvet, D., & Green, R.E. 2009. An indicator of the impact of climatic change on European bird populations. *PLoS ONE* 4 (3): 1-6.

Gregory, R.D. & Van Strien, A. 2010. Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithological Science,* 9: 3-22.

Herrando, S., Anton, M., Sardà-Palomera, F., Bota, G., Gregory, R.D., Brotons, L. 2014. Indicators of the impact of land use changes using large-scale bird surveys: land abandonment in a Mediterranean region. *Ecological Indicators,* 45: 235-244.

Herrando, S., Anton, M., Brotons, Ll. i Guinart, D. 2016. La pérdida de biodiversidad por abandono rural en el LTER Montseny cuantificada a partir del monitoreo de aves. *Ecosistemas,* 25(1): 49-55.

Herrando, S., Brotons, L., Anton, M., Páramo, F., Villero, D., Titeux, N., Quesada, J. i Stefanescu, C. 2016. Assessing impacts of land abandonment on Mediterranean biodiversity using indicators based on bird and butterfly monitoring data. *Environmental Conservation,* 43(1): 69-78.

Hollander F.A,, Van Dyck H., San Martin G. i Titeux N. 2011 Maladaptive Habitat Selection of a Migratory Passerine Bird in a Human-Modified Landscape. *PLoS ONE* 6(9): e25703.

Huntley, B., Green, R. E., Collingham, Y. C., Willis, S. G. 2007. *A climatic atlas of*

European breeding birds. Barcelona: Lynx Edicions.

ICO. 2018. *Setzè informe del Programa de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC).* Barcelona: Institut Català d'Ornitologia.

Loh, J., Green, R. E., Ricketts, T., Lamoreux, J., Jenkins, M., Kapos, V. i Randers, J. 2005. *The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity*. Phil. Trans. R. Soc. B 360: 289-295.

Martí, R. i del Moral, J.C. (eds.) 2003 *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza -Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

Møller, A.P., Fiedler, W. i Berthold, P. 2010. *Effects of climate change on birds*. Oxford University Press.

Pannekoek, J. i Van Strien, A. 2005. *TRIM 3 Manual: Trends & Indices for Monitoring data.* Statistics Netherlands, Voorburg, Netherlands.

Peach, W., Baillie, S. i Underhill, L. 1991. Survival of British Sedge Warblers Acrocephalus schoenobaenus in relation to west African rainfall. *Ibis* 133: 300-305.

Peach, W.J., Crick, H.Q.P. i Marchant, J.H. 1995. The demography of the decline in the British willow warbler population. *Journal of Applied Statistics,* 22: 905-922.

Peach, W.J., Baillie, S.R. i Balmer, D.E. 1998. Long-term changes in the abundance of passerines in Britain and Ireland as measured by constant effort mist-netting. *Bird Study,* 45: 257-275.

Pearce-Higgins, J.W. & Green, R.E. 2014. *Birds and Climate Change*. Cambridge University Press.

Pradel, R., Hines, J.E., Lebreton, J.L. i Nichols, J.D. 1997. Capture-Recapture Survival Models Taking Account of Transients. *Biometrics,* 53: 60-72.

Roth, T., Plattner, M. i Amrhein, V. 2014. Plants, Birds and Butterflies: Short-Term Responses of Species Communities to Climate Warming Vary by Taxon and with Altitude. *PLoS ONE* 9(1): e82490. doi:10.1371/journal.pone.0082490

SEO/BirdLife. 2018. *Programas de seguimiento y grupos de trabajo de SEO/BirdLife 2017*. SEO/BirdLife. Madrid.

Sokal, R.R. i Rohlf, F.J. 1995 *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research.* 3rd Edition, W.H. Freeman and Co., New York.

Spellerberg, I.F. 2004. *Monitoring ecological change*. Cambridge University press. Cambridge.

Stephens, P.A. Mason, L.R., Green, R.E., Gregory, R.D., Sauer, J.R., Alison, J. Aunins, A., Brotons, Ll. Butchart, S.H.M., Campedelli, T., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., Crowe, O., Elts, J., Escandell, V., Foppen, R.P.B., Heldbjerg, H. herrando, S., Husby, M., Jiguet, F., Lehikoinen, A., Lindström, A., Noble, D., Paquet, J-Y. Reif, J., Sattler, T., Szép, T., Teufelbauer, N., Trautmann, S., Van strien, A.J., Van turnhout, C.A.M., Vorisek, P., Willis, S.G. 2016. Consistent response of bird populations to climate change on two continents Science 01 apr 2016: 84-87

Temple, S. i Wiens, J. 1989. Bird populations and environmental change: can birds be bioindicators. *American Birds* 43: 260-270.

Torrents, P. 2014. *Farmers' participation in conservation of rural landscapes. A case study of the Menorca Biosphere Reserve (Spain).* Master Thesis. SERSD (Social-Ecological Resilience for Sustainable Development) Programme. Stockholm University. Sweeden.

Thomas, D.W., Blondel, J., Perret, P., Lambrechts, M.M., i Speakman, J.R. 2001. Energetic and fitness costs of mismatching resource supply and demand in seasonally breeding birds. *Science,* 291(5513): 2598-2600.

Van Strien, A.J., Soldaat, L.L. i Gregory, R.D. 2012. Desirable mathematical properties of indicators for biodiversity change. *Ecological Indicators,* 14: 202-208.

Welbergen1, J.A., Klose, S.M., Markus, N. i Eby, P. 2007. Climate change and the effects of temperature extremes on Australian flying-foxes. *Proc. R. Soc. B,* 275: 419-425.